

CICLI SEDIMENTARI E VARIAZIONI PALEOCLIMATICHE IN AMBIENTI COSTIERI

M. Bonardi (*) & L. Tosi (*)

Parole chiave: Cicli sedimentari, Paleoclima, Ambienti Costieri.

INTRODUZIONE

Negli ultimi decenni le previsioni della tendenza futura del clima globale e dei suoi effetti indotti sulle aree costiere, come ad esempio le variazioni del livello del mare, gli alluvionamenti e la desertificazione, sono state oggetto di diversi studi con risultati spesso contrastanti che hanno generato accesi dibattiti scientifici, economici e politici.

I vari scenari forniti generalmente sono realizzati con modelli di previsione molto complessi basati su dati input provenienti da misure di parametri ambientali che tuttavia, per una migliore validazione e calibrazione, necessitano anche di parametri indiretti di tipo paleoclimatico-ambientale.

Lo studio delle successioni sedimentarie fornisce informazioni essenziali sia sulle variazioni paleoclimatiche che sui loro effetti sull'ambiente. In particolare le variazioni climatiche verificatesi su scala globale negli ultimi 25.000 anni sono rappresentative sia di periodi climatici principali con caratteristiche estreme (ultima glaciazione würmiana e postglaciale olocenica) sia di eventi secondari più brevi e meno intensi (ad es. periodi freddi dell'Età del Ferro e del Medioevo) ma estremamente significativi in quanto confrontabili per durata ed intensità con gli scenari di previsione.

Di seguito vengono riportati degli esempi di alcuni modelli di cicli sedimentari correlati alle variazioni paleoclimatiche per cinque aree soggette a differenti processi evolutivi: il litorale e la Laguna di Venezia, lo Yangtze River delta, il South Yellow Sea, il Lingdingyang Estuary Zhujiang ed il South China Sea.

IL LITORALE E LA LAGUNA DI VENEZIA

Lo studio multidisciplinare dei sedimenti tardoquaternari del bacino veneziano e la ricca documentazione storica e geoarcheologica disponibile, hanno permesso la realizzazione di modelli sedimentari sia a scala millenaria, relativa ai principali periodi climatici, sia a scala secolare per gli eventi climatici minori degli ultimi 2000 anni.

In figura 1 viene riportata la correlazione tra le variazioni delle percentuali dei silicati e dei carbonati nei livelli sabbiosi sottostanti il litorale veneziano, con i principali periodi di riscaldamento e di raffreddamento climatico succedutisi dalla fine dell'ultima glaciazione würmiana alla trasgressione flandriana (BONARDI & TOSI, 1995; BONARDI & TOSI, 1997).

Per dettagliare gli ultimi 2000 anni del modello veneziano, sono state utilizzate una serie di indagini effettuate sui livelli limo-argillosi sottostanti alcune isole, barene e velme all'interno del settore settentrionale della laguna (Fig. 2). Questo dettaglio è stato possibile per la presenza di numerosi livelli antropizzati del periodo Romano e Medioevale, quali i piani di calpestio, le pavimentazioni, le fondazioni, i muri, ecc. (BONARDI *et al.*, 1998; BONARDI *et al.*, 1997b).

Gli ambienti deposizionali sono stati determinati con l'analisi micropaleontologica mentre l'età dei livelli di sedimentazione è stata dedotta dall'analisi radiometrica su frammenti organici e su reperti archeologici.

La distribuzione spaziale dei ritrovamenti archeologici ed in particolare la posizione delle antiche strutture portuali rispetto all'attuale linea di costa, sono state un supporto fondamentale alle indagini sedimentologiche intese a definire l'entità delle trasgressioni e regressioni marine a seguito di determinate condizioni meteorologiche.

La profondità e l'età dei livelli geoarcheologici sono state messe in relazione con le variazioni del livello del mare dovute all'eustatismo ed alla subsidenza (Fig. 3).

Ulteriori informazioni di eventi meteorologici estremi, come alluvioni, periodi di siccità, interrimenti dei canali lagunari, ecc. e di interventi antropici di rialzo degli argini e dei piani di calpestio, ecc., sono state dedotte da documenti storici.

In generale per il bacino veneziano, ma come vedremo di seguito ciò è valido anche per altre località, le percentuali relative dei silicati (quarzo e feldspati) aumentano nei periodi con clima freddo, mentre le percentuali dei carbonati (calcite e dolomite) aumentano durante le fasi a clima caldo (BONARDI *et al.*, 1997a).

LO YANGTZE RIVER DELTA, IL SOUTH YELLOW SEA, IL LINGDINGYANG ESTUARY ZHUJIANG ED IL SOUTH CHINA SEA

Benché la composizione mineralogica assoluta risenta principalmente delle caratteristiche petrologiche dell'area di provenienza dei sedimenti, le variazioni relative sono indicative degli effetti dei cambiamenti climatici e degli ambienti deposizionali.

Nel caso dei sedimenti argillosi tardo-pleistocenici ed olocenici del delta del Fiume Yangtze, le percentuali relative dei silicati (quarzo e feldspati) sono sempre superiori a quelle dei carbonati (calcite e dolomite). Anche in queste argille i valori massimi dei silicati (minimi dei carbonati) corrispondono alle deposizioni nei maggiori periodi freddi (Fig. 4). L'effetto delle con-

(*) Istituto per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse-CNR, Venezia.

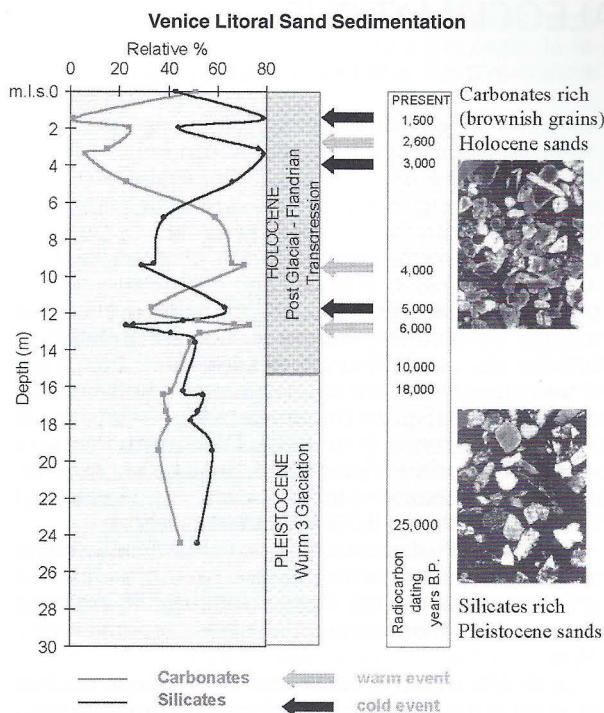


Figura 1 - Il litorale veneziano: variazione delle percentuali dei silicati e dei carbonati nei livelli di sabbia in relazione alle fluttuazioni paleoclimatiche.

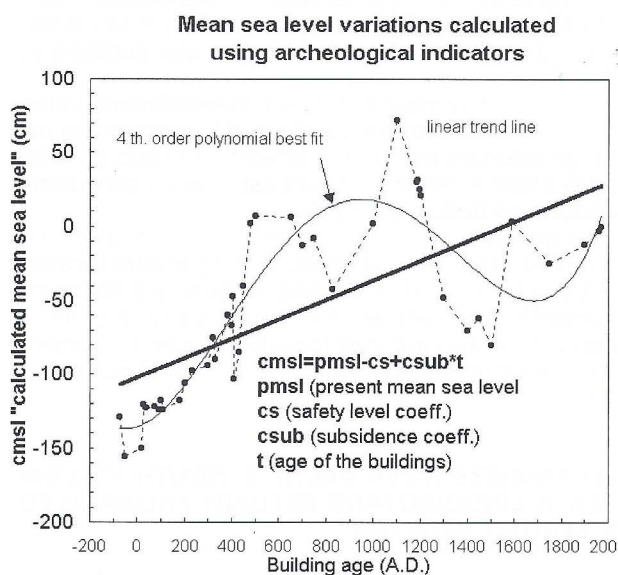


Figura 3 - Variazioni morfologiche di alcune sezioni del Canale Scanello (1931-1996).

dizioni paleoclimatiche si può riscontrare nelle diverse caratteristiche mineralogiche, geochimiche, tessuturali e geotecniche. Ad esempio il livello di alcuni metri di spessore di argilla continentale, che rappresenta la base del passaggio Pleistocene/Olocene, mostra un grado di consistenza piuttosto alto (argilla sovraconsolidata). Questo livello, ritrovato in numerose altre località del globo, è la testimonianza che l'argilla ha subito un'esposizione subaerea prolungata con un clima freddo e molto secco che ha favorito i processi di drenaggio e di consolidazione.

La deposizione nel South Yellow Sea, mare epicon-

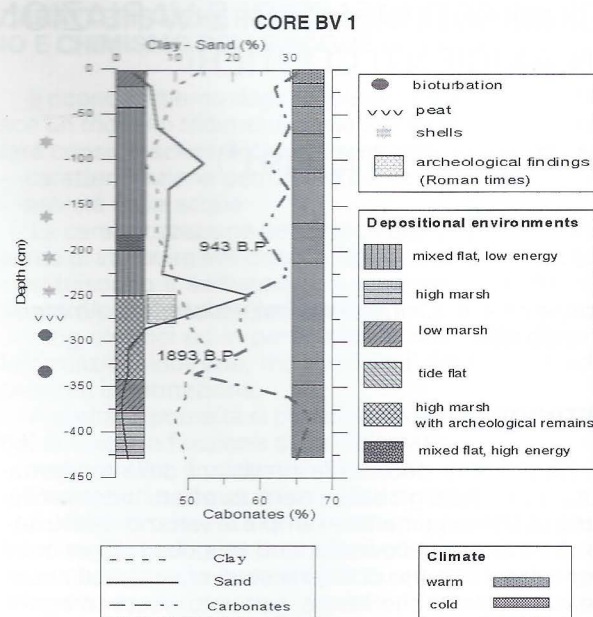


Figura 2 - La laguna settentrionale di Venezia: variazioni delle caratteristiche sedimentologiche delle argille in relazione alle fluttuazioni climatiche.

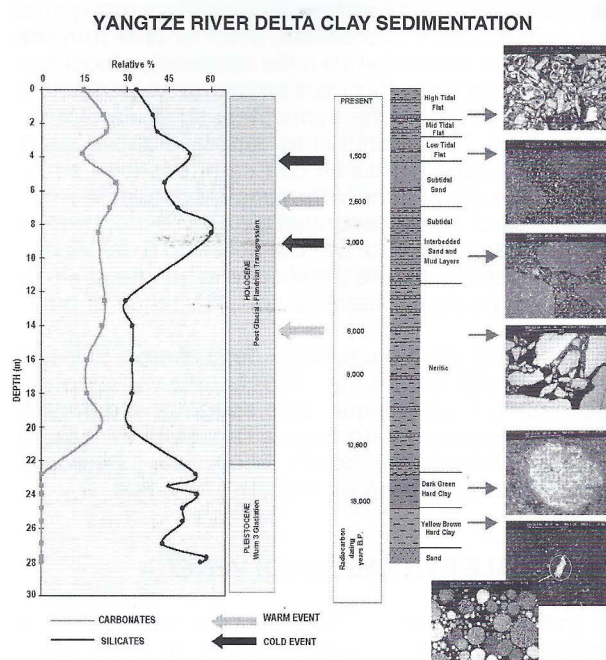


Figura 4 - Il delta del Fiume Yangtze: caratteristiche sedimentologiche e tessuturali in relazione ai cambiamenti climatici.

tinente, mostra tre zone distinte: una superiore (da 0 a -4 metri) costituita da una argilla siltosa di deposizione marina di colore variabile da grigio al marrone scuro, con intercalati livelli ricchi di resti organici ed alla base noduli rimaneggiati argillosi; una centrale (da -4 a -4.75 metri), che rappresenta la base del passaggio Pleistocene/Olocene, costituita da una argilla siltosa continentale sovraconsolidata contenente noduli di ossido di ferro e frammenti di radici; una zona inferiore (da -4.75 a -6.00 metri) di argilla siltosa grigia continentale (Fig. 5).

Nella frazione argillosa della facies marina, la calci-

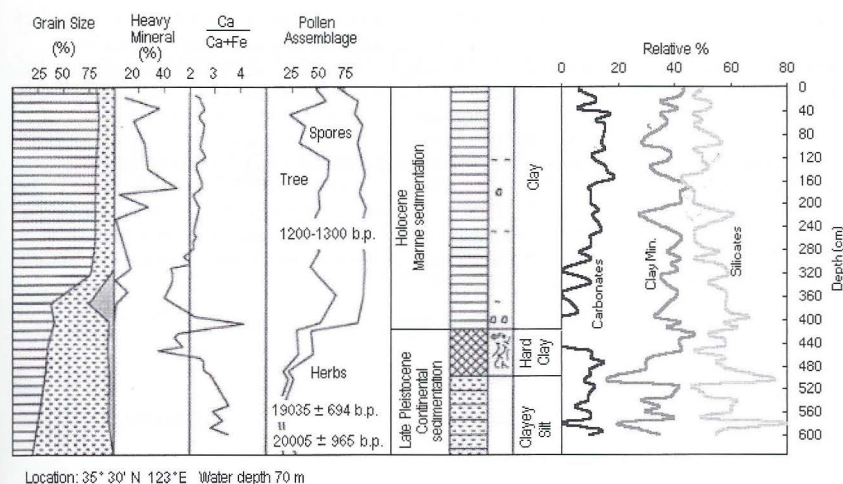


Figura 5 - South Yellow Sea: variazioni delle caratteristiche sedimentologiche delle argille in relazione alle fluttuazioni climatiche.

te è presente solo in quantità minori o in tracce, è assente nei campioni di argilla sovraconsolidata continentale, mentre è presente in tracce nella sottostante sedimentazione continentale. La clorite e la mica sono sempre presenti e si è visto che ad un loro aumento corrisponde una diminuzione del contenuto di feldspati. L'aumento del rapporto mica/feldspati indica che i minerali argillosi sono il prodotto di un processo di alterazione dei feldspati. I principali metalli pesanti sono rappresentati da granato, epidoto, anfibolo e pirite autigena. La loro concentrazione, nell'ambito dei depositi marini, diminuisce con l'aumentare della profondità indicando una diversa area di provenienza per i depositi più antichi.

Lo studio mineralogico e tessiturale di dettaglio dell'argilla sovraconsolidata ha indicato la prevalenza di quarzo ed, in minor misura, di plagioclasio, clorite e mica, mentre il feldspato potassico e la calcite sono presenti in quantità minori o in tracce. La struttura particolarmente allineata dei minerali lamellari, la presenza di tracce di ossidazione e il basso contenuto di carbonati indicano una prolungata esposizione subaerea e che la particolare durezza dell'argilla è dovuta alla sovraconsolidazione e non alla cementazione.

Infine vengono brevemente riportati altri due esempi di cicli sedimentari e delle relative variazioni paleoclimatiche. Nella successione sedimentaria dell'estuario del Fiume Lingdingyang (Fig. 6a) sono significati-

ve le variazioni del quarzo e della biotite e la presenza del livello di argilla sovraconsolidata al passaggio Pleistocene/Olocene. In quella del South China Sea (Fig. 6b) invece, è interessante notare che, malgrado la sedimentazione sia sempre stata di mare profondo (circa 3000 m), e quindi non si sono verificate le condizioni di esposizione subaerea ed il processo di sovraconsolidazione delle argille, il passaggio Pleistocene/Olocene è tuttavia indetificabile dalle variazioni della composizione mineralogica al secondo metro di carota circa.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Per delineare scenari futuri dell'impatto ambientale causato dai prossimi cambiamenti climatici e fornire dati di input per i modelli di previsione delle tendenze dei principali processi evolutivi, si ritiene indispensabile il riconoscimento dei cicli sedimentari e paleoclimatici del Pleistocene superiore e dell'Olocene.

Dagli esempi di studio riportati è stata evidenziata la necessità di realizzare modelli di cicli sedimentari e paleoclimatici a livello globale e regionale, a scala millenaria e centenaria, attraverso indagini multidisciplinari. In particolare è stato evidenziato il contributo fornito dallo studio mineralogico e delle indagini geoarcheologiche.

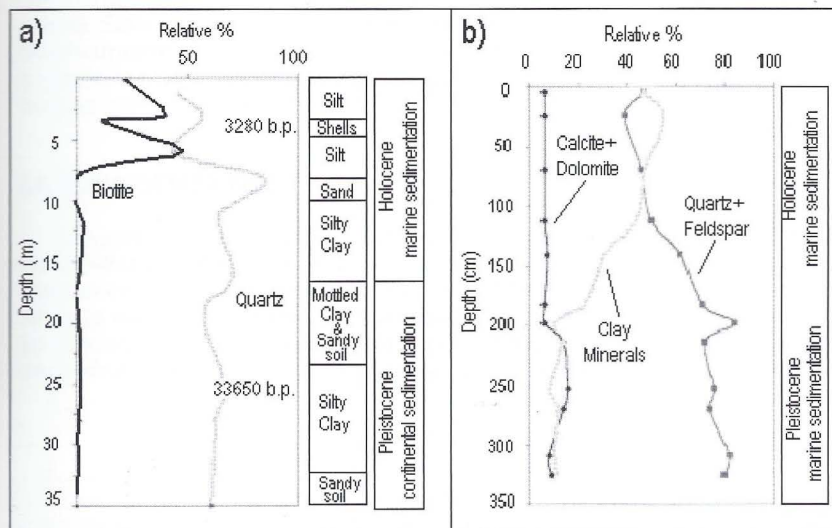


Figura 6 - Altri esempi di correlazione tra le variazioni mineralogiche e i cambiamenti climatici: a) l'estuario del Fiume Lingdingyang, b) il South China Sea.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- BONARDI M. & TOSI L. (1995) - *Caratterizzazione e differenziazione mineralogica dei livelli sabbiosi tardo quaternari del litorale veneziano*, Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences, Vol. 8, fasc. 2, 315-322.
- BONARDI M. & TOSI L., (1997) - *Evidence of climatic variations in Upper Pleistocene and Holocene sediments from the Lagoon of Venice (Italy) and the Yellow Sea (China)*, World Resource Review, 9, 1, 101-112.
- BONARDI M. PERCIVAL J. TOSI L. (1997a) - *The compositional Relation of Selected Clay Sediments to Late Pleistocene-Holocene Depositional Environments from Italy and China*, Proc. of the 11th International Clay Conference, Ottawa, Canada, 767-774.
- BONARDI M., CANAL E., CAVAZZONI R., SERANDREI BARBERO R., TOSI L., GALGARO A. & GIADA M. (1997b) - *Sedimentological, Archaeological and Historical evidences of paleoclimatic changes during the Holocene in the Lagoon of Venice (Italy)*, World Resource Review, 9, 4, 435-446.
- BONARDI M., CANAL E., CAVAZZONI R., SERANDREI BARBERO R., TOSI L. & ENZI S. (1998) - *Impact of paleoclimatic fluctuations on depositional environments and human habitats in the Lagoon of Venice (Italy)*, World Resource Review, Vol. 11, N. 2, 247-257.